Neuere Untersuchungen

im

Tertiärgebiet am Nordrand der Freiburger Alpen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Universität Freiburg im Uechtland

vorgelegt von

Emil H. Dillenius

aus München

BERN

Lith. Armbruster Söhne

1911

Neuere Untersuchungen

im

Tertiärgebiet am Nordrand der Freiburger Alpen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Universität Freiburg im Uechtland

vorgelegt von

Emil H. Dillenius

aus München

ACAD
LIBRORAT
BIBL

BERN
Lith. Armbruster Söhne
1911

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545305_0058

Meinen Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Neuere Untersuchungen im Tertiärgebiet am Nordrand der Freiburger Alpen.

Bei der geologischen Untersuchung, welche den Nordrand der Freiburger Alpen und das davorliegende Molassegebiet umfasst, werden sich zunächst folgende Hauptfragen ergeben:

Wie sind die Lagerungsverhältnisse von Flysch und Molasse am Nordrande dieses Alpengebietes und welche Veränderungen hat die Ueberschiebung der Alpen auf die Molasse an der Grenzzone zwischen Flysch und Molasse hervorgerufen?

Zum genauen Studium dieser Fragen wählte ich im Sommer 1908, Winter 1908/09 und Sommer 1909 das Gebiet der Berrakette, sowie das der anschliessenden Höhenzüge, südlich von Freiburg gelegen, aus. Vor allem nun sollte es meine Aufgabe sein, die Zone der Kontaktstellen zwischen dem Flysch und der Molasse näher zu untersuchen, um womöglich den Kontakt selbst aufzufinden. Infolgedessen wurde das Flysch- bezw. Molassegebiet nur insoweit in vorliegende Arbeit miteinbezogen, als es für das Studium der Kontaktzone in Betracht kommt. Bei der äusserst geringen Literatur, die mir über dieses Gebiet zur Verfügung stand, war ich fast ganz allein auf die an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen angewiesen. Zum Vergleiche mit andern Gebieten benützte ich folgende Literatur:

Studer, Monographie der Molasse.
— Geologie der Schweiz 1851—1853.

Kaufmann, Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse. 1860.

Weithofer, Einige Querprofile durch die Molassebildungen Oberbayerns 1902.

Schardt, Les régions exotiques du Versant Nord des Alpes suisses.

Rollier, Die Entstehung der Molasse auf der Nordseite der Alpen 1904.

Heim, Arnold, Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge 1906.

Tornquist, Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone 1908.

Rösch, Der Kontakt zwischen Flysch und Molasse.

Rothpletz, A., Das geotektonische Problem der Glarner Alpen 1898.

Geognostische Jahreshefte, Band XVI. 1903.

Heer, O., Die Urwelt der Schweiz, Zürich 1879.

Zuber, R., Zeitschr. f. pr. Geol. 1901.

Gümbel, Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges. I. 1861.

Gilliéron, Matériaux pour la carte géologique de la Suisse, Bd. 18.

de Girard, R., Tableaux des terrains de la région fribourgeoise 1901.

I. Orographie des untersuchten Gebietes.

Das von mir untersuchte Gebiet umfasst den Gesamthöhenzug der Berra (Hauptgipfel 1724 m, Cousimbert 1635 m) mit seinen Ausläufern nach Nordost, Südost und Südwest. Südöstlich gliedert sich noch der Schweinsberg an (Höhe 1647 m), der an der Kantonsgrenze zwischen Bern und Freiburg endigt. Im Südwesten reichen meine Beobachtungen bis zum Austritt des Sarineflusses ins Flachland.

A. Das Molassegebiet.

Das den Flyschbergen der Berrakette vorgelagerte Molasseland erweist sich als ein sanftgewelltes Terrain und es besitzt nur wenige grössere Erhebungen. Zwei der bemerkenswerteren sind: Die 1079 m hohe Combert. Sie befindet sich nächst dem Dorfe La Roche und wird vom Massiv der Berra durch das Tal der Serbache getrennt. Im weitern Verlaufe nach Nordosten bildet La Combert beim Punkt 810 m der Karte 1 : 25000 die Wasserscheide zwischen dem Tale der Serbache und dem Ruisseau du Pontet.

Ferner ist noch der bei Zenauvaz gelegene Berri mit 1090 m Höhe von Bedeutung. Dieser ist nordöstlich der Berra einem Ausläufer derselben, dem Burgerwalde, vorgelagert. Er besteht grösstenteils aus Molassenagelfluh, während die obenerwähnte Combert ganz aus mariner Molasse gebildet ist.

Was nun den Höhenzug der Berra selbst betrifft, so hat er zum Fundament im untern Teile Molasse und zwar bis in eine Höhe von 1000—1200 m, darüber ist der Flysch aufgelagert. Erosionstäler und Schluchten befinden sich namentlich in der Nähe des Hauptstockes der Berra. Hier

seien vor allem der Hellgraben, der sich in zwei Äste gabelnde Ruisseau des Roches, Ruisseau du Bey und Ruisseau de Stoutz genannt. Diese alle liegen im südlichen Teile des Berrazuges, während im nördlichen: Ruisseau des Pilons, Ruisseau de Berri, Ruisseau de Meser und Ruisseau de Vibreneau zu verzeichnen sind. Letztere liegen im Burgerwald. Quer dazu läuft auf der Nordseite des Berra-Zuges das Tal der Serbache, die gegen Südwesten fliesst und dann in den Sarinefluss mündet, sowie das vom Ruisseau de Pontet gebildete Tal, das nach Nordosten gegen Mouret zieht. Die Wasserscheide, welche die Combert bildet, ist ungefähr in der Mitte des Weges La Roche-Pratzey beim Höhenpunkte 810 m.

B. Das Flyschgebiet.

Das untersuchte Flyschgebiet umfasst die gesamte Berrakette, soweit sie in ihrem obern Teile aus Flysch besteht. Man kann das ganze Berramassiv mit seinen langgestreckten Ausläufern ansehen als eine Gabel, deren Stiel der Montsalvans und der Bergrücken von Allières ist. Die beiden Zinken sind: der Burgerwald im Norden, ein Bergrücken, der bis an den Ägernbach zieht; im Süden der Schweinsberg, welcher beim Austritt der warmen Sense in das Flachland endigt. Diese beiden letztgenannten Höhenzüge umschliessen einen Erosionskessel, den sogenannten Plasselbschlund, der vom Ägernbach durchflossen wird. Gegen Südwesten, also gegen den Kulminationspunkt der Berra hin, teilt sich das Tal des Ägernbaches nochmals in zwei Äste. Der südliche heisst Höllgraben und wird vom Höllbach durchflossen. Der nördliche ist die Fortsetzung des Ägernbachtales. Zwischen beiden letztgenannten Wasserläufen erhebt sich der Kappenberg (Höhe 1453 m).

Einer genaueren Untersuchung wurde vom Flyschgebiete nur der nördlich gelegene Teil unterzogen, da die Molasse bereits am Nordabhange der Berra für immer unter die Flyschberge eintaucht und etwa sichtbare Kontaktstellen zwischen dem Flysch und der Molasse nur hier an der Nordseite der Berra gefunden werden konnten.

Während also die Molasselandschaft ein wellenförmiges Terrain darstellt, das höchstens einige Erhebungen bis zu 1000 m aufweist, erreichen die Flyschberge der Berra eine Höhe von 1700 m. Der Flysch zeigt uns ganz charakteristische Landschaftsbilder. Vergleicht man die hinter der Flyschzone liegenden stark zerrissenen Kalkgebirge, so kann man recht gut den Unterschied zwischen den schroffen Kalksteinfelsen der Jura- und Kreideformation und den weichen, milden Formen der Flyschberge beobachten: So ist die Berrakette ein sanftgewellter Höhenzug, der bis zu den Gipfeln mit üppigen Alpenwiesen bedeckt ist. Man kann besonders am Nordabhange der Berra ganz vorzüglich den Wechsel der Vegetation, der durch die verschie-

denen Gesteine bedingt wird, beobachten. Wir sehen vier Zonen:

Die erste, die Zone der Molasse, mit trockenen Laub- und Nadelholzwaldungen bedeckt, reicht bis in eine Höhe von ca. 1000 m. Es folgt die zweite, die Zone der Schwande; es sind dies feuchte Bergwiesen, deren Untergrund aus lehmiger Erde besteht. Als dritte Zone folgt die der Flyschtrümmer, bedeckt mit fast undurchdringlichem Gestrüpp und Nadelholzwald, und endlich die vierte Zone: die der Alpenwiesen und des freianstehenden Flysches.

II. Stratigraphie.

A. Der Flysch.

Die unter dem Namen Flysch bekannten Gesteine, welche einen Teil des Nordabhanges der Freiburger Alpen bilden, sind in petrographischer Hinsicht an der Berra von grosser Einförmigkeit. Da alle Flyschgebilde ein sehr petrefaktenarmes Gestein repräsentieren, so ist es für den Geologen unmöglich, den Flysch in Horizonte zu gliedern. Wohl hat man dann namentlich in Bayern versucht, eine Gliederung in petrographischem Sinne durchzuführen. Aber auch eine solche ist in unserem Gebiete nicht möglich, da die Gesteine an den verschiedenen Orten in bunter, unregelmässiger Reihenfolge wechseln.

Der Flysch der Berrakette ist in seinen untern Schichten meist sehr dicht. Das Korn ist mit freiem Auge kaum zu erkennen. Das auf den Höhen (Schweinsberg, Kappenberg und Berra) angetroffene Gestein ist an Kalkgehalt bedeutend reicher und stark glaukonitführend. Es ist an manchen Stellen den Kieselkalken Gümbels sehr ähnlich, doch kann diese Bezeichnung für kein Gestein der Berrakette in Anspruch genommen werden, da keines der petrographischen Beschaffenheit der Kieselkalke entspricht.

Zwei Kilometer südlich vom Orte Planfayon liegt in der Nähe des Zusammenflusses der warmen und der kalten Sense ein grosser Sandsteinbruch. Das hier gebrochene Gestein ist von hellgrau-bläulicher Färbung. Die einzelnen Bänke weisen eine Dicke von 40—60 cm auf. Dazwischen finden sich reichlich Mergelschichten. Das Einfallen der Schichten habe ich mit 60—70° gemessen. Äusserst zahl-

reich kommen hier Algen und Wurmspuren vor. Auch Kohleteilchen und Blätter sind nicht selten. Das Gestein selbst ist sehr feinkörnig und von grosser Härte.

Ein weiterer grosser Flyschaufschluss befindet sich im Burgerwald bei Muscheneck. Wenn man den Ruisseau des Pilons emporsteigt und den Sonnwilschwand überquert, erreicht man bald die weithin sichtbaren Schuttfelder des vom Muscheneck herabziehenden Bergsturzes. Auch hier ist das Flyschgestein sehr feinkörnig und von blaugrauer Färbung. Die Kontaktschichten der einzelnen Flyschbänke sind mit zahllosen Pyritkriställchen übersät. Gegen den Grat des Berges tritt dann der Flysch anstehend in mächtigen Bänken von einer Dicke bis zu 1 m zutage. Organische Reste konnte ich auf diesen kolossalen Schuttfeldern keine entdecken.

Einen ganz andern Habitus weist jedoch das Flyschgestein bei Creux des Pierres, am Cousimbert und am eigentlichen Berragipfel selbst auf. Die bisher im Steinbruch beim Zollhaus und am Muscheneck beobachtete blaugraue, dunkle Färbung verschwindet. Die Farbe ist nun hellgelb bis rötlichbraun. Das Korn ist mit freiem Auge gut sichtbar. Auch ist das Gestein sehr glimmerhaltig und enthält eine Menge roter Feldspatkörner und weisser Quarzkörner eingesprengt. Vor allem aber ist es, wie die chemische Analyse ergab, bedeutend kalkhaltiger als das bisher beschriebene.

Zwischen den meterdicken Sandsteinbänken kommen auch hier in der Höhe wieder zahlreich blaugraue und rötliche Mergel vor. So besonders bei Creux des Pierres, wo sie eine kleine Sumpfhochfläche mit Moor gebildet haben, und am Berragipfel selbst. Sie sind sehr stark eisenhaltig. Am südlichen Ende der Flyschzone, am Lac noir, befinden sich starke Eisenquellen, welche diesen Mergelschichten entspringen.

Weiter nach Südwesten habe ich im Ruisseau de Stoutz, einem der grössten Erosionstäler am Nordabhange der Berra,

Flyschblöcke, welche schon mehr einen konglomeratähnlichen Charakter haben, gefunden. Die roten Feldspatkörner und Quarze erreichen die Grösse einer Erbse. Vielfach ist auch das Gestein mit dicken, weissen Kalkspatadern durchzogen. Sehr schön kann man an den hier gefundenen Flyschtrümmern Gleitflächen beobachten, welche am Hangenden und Liegenden durch die Rutschung der Gebirgsschichten hervorgerufen worden sind.

Im weitern Verlaufe nach Südwesten gegen das Tal der Sarine zu wurde noch der Flysch in der Nähe der Ortschaften Corbières und Villarsvolard untersucht. Bei Villarsvolard reicht die Flyschzone bis zu 707 m herab. Oberhalb der Ortschaft zeigt sich in einem Bachbett ein ca. 50 m hoher Ausbiss des Flysches. 30—50 cm dicke Flyschsandsteinbänke wechseln hier mit dünnen Flyschmergelschiefern ab. Letztere haben eine Dicke von 8—12 cm. Die kompakten Sandsteinbänke sowohl wie die Flyschmergelschiefer sind hellgrau gefärbt. Der Sandstein ist von grosser Härte und sehr feinkörnig. Die dünnen Flyschmergelschiefer sind gegen äussere Einflüsse von Luft und Wasser sehr wenig widerstandsfähig und zerfallen griffelförmig.

Dagegen sind auch hier die auf der Höhe gefundenen Flyschsandsteine von wesentlich anderer Beschaffenheit. Während man bei dem Gestein unten am Bache das Korn mit freiem Auge überhaupt nicht wahrnehmen kann, sind die oberen Sandsteine viel grobkörniger. Letztere sind stark glaukonithaltig und enthalten namentlich wieder rote Feldspatkörner, weissgraue Quarzkörner und Glimmerblättchen in bedeutender Grösse eingesprengt. Der Sandstein erhält dadurch ein griesförmiges Aussehen. Die Farbe ist gelblich. Das Einfallen der Schichten wurde hier mit 45—60° gemessen. Streichrichtung: NO—SW.

Einer weiteren genaueren Untersuchung wurde noch der Flysch des sogenannten Plasselbschlundes unterzogen. Der Plasselbschlund ist ein Erosionskessel, wie man sie in

den Flyschbergen häufig beobachten kann. Die von allen Seiten zusammenfliessenden Bäche haben das Flyschgestein überall stark unterwühlt. Infolge der vielfach angetroffenen Mergelschichten sind grosse Bergschlipfe sehr häufig. Begrenzt wird der Plasselbschlund von den beiden nordöstlichen Ausläufern des Berrastockes, dem Burgerwald und dem Schweinsberg; letztere treffen wieder beim Orte Plasselb zusammen. An dieser Stelle verlässt der Ägernbach den Plasselbschlund.

Ungefähr in der Mitte des Tales liegt der Ort « Lenzbourgera ». Hier hat der das Tal durchfliessende Ägernbach sein Bett tief in den Flysch eingeschnitten und liefert so auf der südlichen Seite einen grossen Ausbiss des Gesteines.

Zunächst unten am Bachufer treffen wir noch blauschwarzes Gestein, durchzogen mit weissen Kalkadern, an. Dasselbe ist von grosser Härte und weist keinerlei organische Reste auf. Die Dicke dieser Schicht ist ungefähr 5—6 m. Auf diesen Schichten lagert eine regelmässige Reihenfolge von dünnen Mergel- und Sandsteinbänkchen, welche je eine Dicke von 4—5 cm haben. Abwechselnd sind die Mergel- und Sandsteinbänke prächtig gelbrot und schwarzviolett gefärbt. Dazwischen finden sich zahllose Einlagerungen von Meeralgen, welche hier eine bedeutende Entwicklung erreichen, die Hauptstiele haben Fingerdicke; auch Helminthoiden kommen häufig vor. Diese ganze wegen ihrer Farbenpracht und Fossilführung merkwürdige Schichtreihe hat eine Höhe von ca. 60 m, soweit sie ausbeissend verfolgt werden kann, obenauf liegt Alluvialkies. Weiter in die Höhe steigend, erreicht man bald wieder den grobkörnigen Flyschsandstein, mit grossen Feldspat- und Glaukonitkörnern, welche ihm ein grünlichgelbes Aussehen geben.

Das Flyschgestein, das wir am Höhenzug der Berra antreffen, ist also, soweit es in den Tälern ausbeisst, ein

sehr harter, feinkörniger Sandstein von schwärzlichgrauer bis graublauer Farbe. Auf den Höhen wird dieser Sandstein grobkörniger und ist nun gelb gefärbt; vereinzelt wurden auch hier noch Mergellager beobachtet (Creux des pierres). Flyschschieferton konnte nur an einer Stelle, im Ruisseau de Villarsvolard beobachtet werden. Der Flysch der Berrakette ist daher nach meinen Untersuchungen petrographisch von grosser Einförmigkeit. Wie schon oben bemerkt, lässt sich eine Einteilung im petrographischen Sinne nicht machen. Die Kieselkalke Gümbels fehlen vollständig. Dagegen fand ich am Südwestabhange des Berragipfels eine Breccie, die sich von den andern Flyschbreccien wesentlich unterscheidet. Die einzelnen Gesteinsfragmente sind von bedeutenderer Grösse als z. B. bei der Niesenflyschbreccie und bei der Etivazflyschbreccie; sodann ist bei der Berraflyschbreccie ein grosser Glimmergehalt besonders auffallend. Der ganze Ausbiss der Flyschbreccie hat eine Mächtigkeit von 2,50 m und ist nicht weiter zu verfolgen. Es ist dies die einzige Stelle im ganzen Berragebiete, an welcher ich eine Breccie beobachten konnte.

Der Flysch, in seinen oberen Partien sehr leicht verwitternd, bietet für die Vegetation einen äusserst günstigen Boden; besonders sind es die Mergel, welche infolge ihrer Wasserundurchlässigkeit dem Boden die nötige Feuchtigkeit erhalten. So kommt es, dass der ganze Berrazug bis hoch hinauf mit dichten Wäldern und üppigen Alpenwiesen bedeckt ist.

Versteinerungen des Flysches.

Der Flysch ist ein sehr petrefaktenarmes Gestein. Animalische Überreste habe ich nirgends gefunden. Dagegen kommen Helminthoiden (Wurmspuren) und Chondriten in grosser Anzahl vor. Ein Hauptcharakteristikum des Flysches sind die zahlreichen Algen. Hauptfundstellen sind im Berragebiete: Der Steinbruch beim Zollhaus unweit Planfayon,

der Plasselbschlund bei der Lenzbourgera und der Ruisseau bei Villarsvolard. Von diesen liefert besonders die Fundstelle im Plasselbschlund schöne und grosse Exemplare von Algen.

Von den von Gilliéron bestimmten konnte ich folgende auffinden:

Chondrites affinis
» inclinatus
» Targionii genuinus
» » arbuscula
» » longipes
» intricatus Fischeri
» » genuinus
Palaeodictyon singulare
Helminthoida crassa
» labyrinthica

ferner fand ich noch:

Taonurus flabelliformis.

Ausser diesen Überresten habe ich noch ein fossiles Harz gefunden, welches ich, da es in der Nähe der Ortschaft Planfayon gefunden wird, «Planfayonit» benennen will. Die Fundstelle befindet sich in dem schon vorher erwähnten Sandsteinbruch Zollhaus bei Planfayon.

Am südöstlichen Ende dieses Steinbruches fallen in ca. 20 m Höhe über dem Strassenniveau die Sandsteinschichten in einem Winkel von 65—70° steil nach Südosten ein. Die dritte Bank unter der auflagernden Humusschicht hat eine Dicke von 35 cm und enthält in ihrer Mitte ein fossiles Harz eingesprengt. Das Gestein selbst ist blaugrau gefärbt und hat ein sehr feines Korn. Die einzelnen Harzstücke sind von verschiedener Grösse, manchmal erreichen sie die Grösse einer Wallnuss. Die Färbung des Harzes ist sehr verschieden; die kleineren Stücke sind meist zitronengelb gefärbt und wasserhell durchsichtig. Bei grösseren Stücken dagegen wechselt die Farbe in hellbraun

bis dunkelbraun; das Harz wird dann vollständig undurchsichtig.

Eine Schmelzpunktbestimmung dieses Harzes ergab:

Sinterungspunkt 175°; Schmelzpunkt 185°.

Zum Vergleiche wurde auch der Schmelzpunkt eines andern fossilen Harzes, welches im Flysch bei Les Allinges in den Savoyer Alpen gefunden wird, bestimmt. Dieses Harz kommt dort in grösserer Menge vor und hat eine homogene Farbe: gelb. Es ist schwach durchsichtig.

Sein Sinterungs- bezw. Schmelzpunkt ist:

Sinterungspunkt 170°; Schmelzpunkt 170°.

Aus der Verschiedenheit der Farbe und des Schmelzpunktes kann man schon schliessen, dass beide Harze nicht von denselben Pflanzen resp. Bäumen stammen. Im Flysch von Les Allinges kann keine Spur irgend einer anderen organischen Substanz gefunden werden.

Dagegen finden sich im Flysch von Planfayon auf den mit Harzstücken besäten Steinplatten auch noch zahlreiche Kohleteilchen und Reste von lanzettförmigen Blättern. Jedoch sind dieselben durch den Gebirgsdruck derart deformiert, dass ein Erkennen der einstigen Blattform und folglich auch ein Bestimmen der Pflanze nicht möglich ist. Wahrscheinlich stammen diese Harze von einer Nadelholzart, einem Vorgänger von Pinus succifer, die uns den an der Ostseeküste gefundenen Bernstein geliefert hat. Schliesslich sei noch bemerkt, dass ausser den vorher genannten Fundstellen von Planfayon und Les Allinges kein Fundort fossiler Harze in den Alpen bekannt ist, ausgenommen die Gegend der Petrolquellen von St. Quirin in Oberbayern, woselbst im Flysch einige wenige kleine Harzstückchen gefunden worden sind.

B. Die Molasse.

Die Molasse, welche mit dem Nordrand der Freiburger Alpen in Kontakt steht, besteht teils aus der marinen Molasse, teils aus der unteren Süsswassermolasse. Letztere

gehört dem Langhien an. (Renevier heisst sie Lausannien, Douxami gibt sie als Burdigalien inférieur an.) Die marine Molasse ist dem Helvetien zugehörig. (Nach Douxami: Burdigalien moyen.)

a) Die untere Süsswassermolasse.

Die untere Süsswassermolasse hat am Nordrande der Freiburger Alpen eine ziemlich unregelmässige Verbreitung. An vielen Orten fehlt sie gänzlich und es reicht dann die jüngere marine Molasse bis an den Kontakt mit dem Flysch heran, so z. B. am Pont des Pilons. Der grösste Komplex der unteren Süsswassermolasse ist bei La Roche zu finden. Während der nördlich vom Dorfe La Roche gelegene Mont Combert noch ganz aus mariner Molasse besteht, trifft man südlich und südöstlich der Serbache, die das Tal bei La Roche durchfliesst, am Eingang der tiefen Schluchten, die zum Berragipfel hinaufziehen, bereits auf die untere Süsswassermolasse. Der Sandstein ist hier sehr weich im Gegensatz zu dem der marinen Molasse. Ganz besonders auffallend ist aber der grosse Wechsel der Farben, den uns die untere Süsswassermolasse und deren Mergel zeigen. Graublaue, gelbe und rötliche Farbentönung ist vorherrschend. Die untere Süsswassermolasse ist in unserem Gebiete nicht so dickbankig wie die marine Molasse. Meistens variiert die Dicke ihrer Bänke zwischen 3 und 60 cm. Gesteinsbänke von über 1 m sind sehr selten.

Zwischen diesen Sandsteinbänken der unteren Süsswassermolasse sind Mergel von ganz prachtvollem Farbenwechsel eingelagert. Die Dicke dieser Mergelschichten ist sehr wechselnd, in der Regel beträgt sie 5—10 cm; jedoch habe ich auch Mergelschichten bis über 50 cm angetroffen. Die Farbe ist abwechselnd dunkelrot und hellgrün. Auch schwarze Mergel habe ich einigemale gefunden, so besonders im Ruisseau des Roches. (Gilliéron nennt es Ravin de Cible.) Gilliéron meint nun, diese schwarzen Mergel

beständen aus karbonischem Stoff. Meine genaueren chemischen Untersuchungen jedoch ergaben, dass diese Mergel wohl einen sehr grossen Kalkgehalt, jedoch nicht eine Spur von Kohlenstoff besitzen. Beziehungen zur Kohlenmolasse konnte ich hier also nicht nachweisen.

Ich lasse nun die Beschreibung einiger der grösseren Erosionsschluchten, die sich in der Nähe von La Roche in der unteren Süsswassermolasse eingeschnitten befinden, folgen:

1. Ruisseau des Roches.

Ungefähr 10 Minuten vom Dorfe La Roche zieht sich diese Schlucht gegen Süden in zwei grossen Ästen in das Massiv des Cousimbert. Zu Anfang der Schlucht zeigen sich die blauen und roten Mergel der unteren Süsswassermolasse in regelmässiger Reihenfolge mit mehr oder minder dicken Bänken von weichem, gelbgrauem Molassesandstein. Das Einfallen der Schichten beträgt 25—30°. Diese Schichten ca. 200 m verfolgend, gelangen wir zu einer 120 m hohen Talstufe. Der Bach hat sich tief in die Molassefelsen eingegraben und stürzt zuletzt in prächtigem Wasserfall herab. Überhaupt sind diese Talstufungen mit ihren Wasserfällen ein Hauptcharakteristikum der Berratäler.

An eben erwähntem Wasserfall treten zuerst unten am Bache die schon vorher beschriebenen schwarzen Mergel auf. Die Dicke der Mergelschichten ist gering, etwa 10—15 cm. Weiter nach oben habe ich sie nicht mehr beobachten können. Gilliéron hat hier Helix Ramondi gefunden. Ich konnte jedoch keine animalischen Reste weder in den schwarzen noch in den bunten Mergeln finden. Auf letztgenannte Mergel folgen Molassesandsteinbänke bis zu fast 1 m Dicke, abwechselnd mit gelb- und blaugefärbten Mergelschichten. Die roten Mergel verschwinden hier. Nunmehr konnte ich, den Bach aufwärts verfolgend, ein immer steiler werdendes Einfallen der Molasse beobachten. In einer Höhe von 900 m traf ich im Bachbett mehrere Blöcke von Molasse-

nagelfluh an, welche ich jedoch in dieser Schlucht nirgends anstehend sehen konnte. Weiter in die Höhe steigend, verschwindet die untere Süsswassermolasse in einer Höhe von ungefähr 1100 m für immer unter den Flyschschutthalden und Sumpfwiesen. Zuletzt habe ich in einer Höhe von 1000 m einen Einfallswinkel der Molasse von 75° gemessen.

Sehr zahlreich sind in dieser Schlucht und namentlich in ihrem unteren Teile die erratischen Blöcke, besonders Valorcine und Dzemankonglomerate. In 1000 m Höhe verschwindet das Erratikum.

2. Ruisseau du Bey.

Diese Schlucht nimmt ihren Anfang südlich der Dorfkirche von La Roche. Sie ist noch enger und steiler als die vorher beschriebene. Wieder treten hier am Beginne der Schlucht die roten und blauen Mergel der unteren Süsswassermolasse in beständigem Wechsel mit kompakten Molassesandsteinbänken auf. Anfangs ist der Einfallswinkel wieder 25°, wird, je höher man steigt, immer steiler und beträgt bei 870 m Höhe bereits wieder 65°. An der Stelle nun, wo die Höhenkurve 910 der Karte 1 : 25000 den Bach überquert, tritt zum letztenmale die untere Süsswassermolasse auf. Die Gesteinsbänke zeigen eine Dicke von 30—50 cm und haben eine hellgelbe Färbung. Der Einfallswinkel wurde mit 67° gemessen.

Auf dieser gelben Molasse konnte ich zum erstenmale Nagelfluh anstehend auf der im Gebiete der Berra vorkommenden unteren Süsswassermolasse beobachten. Die Nagelfluhbank ist 1—1,50 m dick und fällt im gleichen Winkel mit der Molasse ein. Die Geschiebe sind klein, meistens von der Grösse einer Haselnuss; seltener finden sich Geschiebe, welche die Grösse einer Faust erreichen. Der Zement, der die Geschiebe miteinander verbindet, ist sehr feinkörnig. Die Geschiebe selbst sind ausschliesslich

Kalkgesteine, an keinem Orte habe ich hier polygene Nagelfluh angetroffen.

Oberhalb dieses Auftretens der Nagelfluh hört das Molassegestein ganz auf und es folgt wieder die Zone der Flyschtrümmer und Sumpfwiesen bis zum anstehenden Flysch selbst.

3. Ruisseau de Stoutz.

Fünf Minuten südlich der Ortschaft La Roche beginnt eine grosse Gebirgsschlucht, die, sich in ihrem Verlaufe talförmig erweiternd, direkt zum Berragipfel hinaufzieht. Am Eingang haben wir dasselbe Bild wie in den beiden vorherbeschriebenen Schluchten: Rote und blaue Mergel, dazwischen graugelbe Molassebänke, welche unter einem Winkel von 25 ° nach Süden einfallen.

Weiter nach oben hin die Schlucht verfolgend, traf ich nach ca. 500 m eine grosse Faltung der unteren Süsswassermolasse sowie deren Mergel an. Farbe und petrographischer Charakter des Gesteines sind dieselben wie beim Beginn der Schlucht. Auf diese Faltung werde ich noch im tektonischen Teil eingehender zurückkommen. Oberhalb dieser Dislokation der Molasse findet dann wieder ein regelmässiges Einfallen der Gesteinsbänke nach Süden statt. Der Einfallswinkel beträgt 43 °.

Nach weiteren 100 m Steigens gelangen wir zu einem Wegübergang. (Auf der Karte 1 : 25,000: *R* de Stoutz.) Wir überschreiten den Bach und sehen ca. 10 m oberhalb des Weges am Bachrand einen grossen Ausbiss eines roten Gesteines. Anfangs liegt die Vermutung nahe, dass wir es hier mit einem Auftreten der roten Molasse, welche der aquitanischen Stufe angehört, zu tun haben, um so mehr als in unmittelbarer Nähe südlich von unserem Standpunkte bei Impar diese rote Molasse ausbeisst und zwar auf dem gleichen Niveau.

Eine genaue Untersuchung des Gesteines ergab jedoch, dass wir es hier mit einem Schichtkomplex der Mergel,

welche der untern Süsswassermolasse zugehören, zu tun haben. Die 5—8 cm dicken Gesteinsbänkchen zeigen kein Korn und weisen alle Eigenschaften der Mergel unserer Süsswassermolasse auf. Die chemische Analyse dieser prächtig rot gefärbten Mergel ergab einen sehr starken Eisengehalt des Gesteins, ein Umstand, der auch durch die aus diesen Mergeln hervortretenden starken Eisenquellen bezeugt wird. Die gleichmässig intensiv rote Farbe dieser Schichten ist also durch den starken Eisengehalt bedingt.

Bei weiterem Emporsteigen findet man diese Schlucht gegen den Berragipfel hin derart mit Felstrümmern des Flysches angefüllt, dass jeder Ausblick auf etwa anstehendes Gestein verhindert ist.

Bemerkenswert wäre noch, dass die in diesem Ruisseau auftretende Molasse vielfach mit weissen Kalkspatadern durchzogen ist, ein sonst bei den Molassen seltener Fall. Überhaupt sind Kluftausfüllungen sowohl bei der unteren Süsswassermolasse als auch bei der marinen Molasse eine Seltenheit, und ich möchte hier aus Anlass der Beobachtung von dicken Kalkspatadern in der Molasse noch einen Fund aus der Gegend des Neuchâtelersees mitteilen.

Östlich von der Ortschaft Font am Neuchâtelersee ist in die Molasse Muschelsandstein eingelagert. Eine besonders grosse Mächtigkeit haben die Muschelsandsteinschichten beim Turm de la Molière. Nordöstlich vom Turm sind sie durch einen Steinbruch gut aufgeschlossen, an dessen nördlichen Wänden eine grössere Kluft lamellenförmig eingelagert ist. Sie ist erfüllt mit einer weissen, pulverigen Masse. Die chemische Untersuchung ergab, dass dieselbe bis auf kleinste Bruchteile aus *reinem Calciumkarbonat* bestand. Leider liess sich unter dem Mikroskop keinerlei Kristallform der Körner erkennen.

Ausser diesem vorher erwähnten Vorkommen von Kalkspatadern in der Molasse des Ruisseau de Stoutz trifft man in diesem Bachbett auch noch eine grosse Anzahl er-

ratischer und exotischer Gesteine an. So besonders wieder Valorcinkonglomerate und Dzemanblöcke bis in eine Höhe von ca. 1000 m; aber wir finden auch Flyschbreccien (die auf Seite 15 genannte Berra-Flyschbreccie) sowie Liaskalke und Kreidegesteine. Letztere beide rühren von den auf den umliegenden Höhen befindlichen exotischen Blöcken her. Diese exotischen Blöcke, bestehend aus Kreide und Juragesteinen, lagern als Fremdlinge im Flyschgestein des Höhenzuges « Les Allières » und wir betrachten sie als vom Flysch mitgeschleppte Reste einer ehemals zusammenhängenden Decke.

Versteinerungen der unteren Süsswassermolasse.

Auf allen meinen Exkursionen, die sich auf das Gebiet der unteren Süsswassermolasse erstreckt haben, ist es mir nicht möglich gewesen, irgendwelche fossile Reste von Tieren oder Pflanzen aufzufinden. Gilliéron[1] dagegen gibt zwei Arten von Helix an:

Helix ramondi Brongr.
Helix (Gonostoma) sublenticula Sandb.

Er hat Fragmente davon in den schon früher beschriebenen schwarzen Mergeln von La Roche gefunden. Sonst hat auch er in der unteren Süsswassermolasse nirgends Petrefakten beobachtet.

b) Die marine Molasse.

Gleich der unteren Süsswassermolasse ist auch die Ausbreitung der marinen Molasse am Nordrande der Alpen sehr wechselnd. An manchen Stellen tritt sie bis nahe an den Flysch heran. Es ist dies zum Beispiel am Pont des Pilons der Fall, wo wir sie bis in eine Höhe von 1000 m sehen können. Hier befindet sich auch die schon von Gilliéron beschriebene reichhaltige Petrefaktenfundstelle an den

[1]) Gilliéron, Mat. p. l. c. g. de la Suisse pag. 379, 380. Bd. XVIII.

östlichen Abhängen des Berri (1079 m). Ebenso findet man die marine Molasse an der westlichen Seite des Berges im Ruisseau de Berri bis in eine Höhe von 980 m. Noch weiter westlich ist sie im Ruisseau de Meser und im Ruisseau de Vibreneau zu sehen. In den drei letztgenannten Schluchten finden sich wieder zahlreiche Petrefaktenlagerstätten, alle in einer Höhe von 900—950 m. Auf dieser Höhenlinie stehen wir am Strand des ehemaligen Molassemeeres.

Westlich des Hügels von Montevraz tritt überall am Abhange der Berra die untere Süsswassermolasse an Stelle der marinen Molasse. Das Tal der Serbache ist hier die Grenze zwischen den beiden Molassen. Nördlich des Laufes der Serbache tritt nur die marine Molasse zutage und bildet den Mont Combert, südlich des Baches dagegen treffen wir nur mehr die untere Süsswassermolasse an. Der Kontakt zwischen den beiden Molassen ist nirgends zu sehen.

Im nördlich und östlich gelegenen Teil des von mir bearbeiteten Gebietes, also in der Gegend des Schweinsberges, verschwindet die marine Molasse bereits beim Orte Plasselb unter Alluvium und ist bis zum ersten Auftreten des Flysches bei Planfayon nicht mehr zu beobachten.

Das Gestein der marinen Molasse zeigt im Vergleich mit dem der unteren Süsswassermolasse folgende Unterschiede: Die Färbung der marinen Molasse ist viel einförmiger als die der unteren Süsswassermolasse. Meist ist sie blau und gelblich-grau gefärbt. Vor allem aber fehlen der marinen Molasse die für die untere Süsswassermolasse so charakteristischen buntgefärbten Mergel. Die Härte des Gesteines der marinen Molasse differiert vielfach je nach dem Orte, an dem es anstehend gefunden wird, jedenfalls aber ist das Gestein der marinen Molasse härter als das der unteren Süsswassermolasse. Die Gesteinsbänke erreichen bei der marinen Molasse oft eine ansehnliche Dicke bis zu 10 m. Dazwischen ist dann oft eine Lage dünngeplatteter Molasse eingeschaltet. Auch in der Struktur des Gesteines

kann man hie und da einen Unterschied zwischen den beiden Molassen machen. Der marinen Molasse ist oft ein Vorwiegen der Glimmerblättchen zu eigen. Kalkspateinlagerungen fehlen gänzlich. Dagegen findet man in der marinen Molasse häufig rote und grüne Quarzite eingelagert, die manchmal Haselnussgrösse erreichen. Es muss hier gleich bemerkt werden, dass diese petrographischen Unterschiede nicht überall gemacht werden können, häufig gleichen sich die beiden Gesteine derart, dass erst durch den Fund von Fossilien Klarheit geschaffen werden kann. Und dazu bietet die marine Molasse reichliche Gelegenheit.

Versteinerungen der marinen Molasse.

Im Gegensatz zu der petrefaktenarmen unteren Süsswassermolasse weist die marine Molasse am Alpenrande zahlreiche Fundorte von Versteinerungen auf. Die meisten dieser Versteinerungen haben schon Gilliéron und H. M. Mayer-Eymar bestimmt und in den «Matériaux pour la carte géologique de la Suisse», Bd. XVIII, beschrieben. Der Vollständigkeit halber lasse ich das Verzeichnis Gilliérons später folgen.

Wenn man von der Steinbrücke Pont des Pilons im Burgerwalde 10 m in das in die marine Molasse eingeschnittene Bachbett hinabsteigt, bemerkt man ein südliches Einfallen der Molasse mit einem Winkel von 45 °. Die Farbe des Gesteins ist in den oberen Bänken gelb, die unteren Bänke zeigen eine blaue Färbung. Beide sind voll von Fossilien. Nach Gilliéron und Mayer-Eymar sind es folgende:

Pecten palmatus
» benedictus
» Hermannseni
Cardium commune
» edule
» crassum
» hispidum
» multicostatum
Tapes vetula
» puella
» gallensis
Murex Partschi
Trochus patulus
Solen vagina
Ensis magnus
» Rollei

Venus Brocchi	Maktra helvetica
» multilamella	» turonica
Ostrea gigensis	Cultellus pelucidus

Diese Fundstelle liegt 930 m hoch am Ostabhange des Berri.

Wir begeben uns nun auf die Westseite des Berges und verfolgen das kleine Tal (Ruisseau de Berri) bis an den Punkt, wo sich der Kontakt zwischen mariner Molasse und der Nagelfluh befindet. Die letzten sichtbaren Molassebänke sind von blauer Farbe und angefüllt mit Petrefakten.

Ich habe folgende bestimmt:

Panopea Menardi	Venus multilamella
Cardium burdigalinum	Turritella turris
» edule	Ostrea gigensis
» crassum	» tegulata
Pecten palmatus	Gryphaea arcuata

Gryphaea arcuata wurde hier in diesem Gebiete zum erstenmale gefunden.

Eine weitere Fundstelle von Petrefakten ist noch westlich des Ruisseau de Berri zu finden und zwar an dem Orte, wo auf der Karte 1 : 25,000 oberhalb Montevraz-dessus drei Bäche zusammenfliessen. Hier liegt auf der marinen Molasse die Nagelfluh mit mächtigen Geschieben auf. Der Kontakt ist hier deutlich sichtbar. Die grauen Gesteinsbänke der Molasse sind bis zum Kontakt mit der Nagelfluh voll von marinen Fossilien, ja sogar die unterste Partie der Nagelfluh zeigt bis in eine Höhe von 4 Metern noch zahlreiche Petrefakten der marinen Molasse, ein Vorkommen, das später noch eingehender besprochen werden muss. Vorläufig will ich Gilliérons Verzeichnis anführen.

Ostrea gingensis	Venus islandicoides
» tegulata	» umbronaria
» Meriani	Tapes vetula
Pecten latissimus	Lu traria sanna
» scabrellus	» elliptica
Arca Breislacki	Panopea Menardi

Cardita Juanetti	Natica millepunktata
Cardium multicostatum	Turitella turris
» burdigalinum	» Doublieri
Venus multilamella	» bicarinata

Ausserdem fand und bestimmte ich an dieser Stelle noch:

Gryphaea arcuata	Cardium edule
Pecten palmatus	Venus Brocchii
Arca Fichteli	Tellina planata
Cardium Darwini	» crassa
» Clodiense	» strigosa
» hispidum	» lacunosa
» praecellens	Eastonia rugosa

Auch dieses Petrefaktenlager ist 940 m hoch gelegen.

Wir entfernen uns nunmehr vom Strande des Molassemeeres und steigen hinab zum Orte Pratzey am Pontetbache. Die nach Treyvaux führende Strasse umgeht die Nordseite des Mont Combert, um dann nach Westen umzubiegen. Bei Punkt 841 der Karte 1 : 25,000 liegen rechts oberhalb der Strasse einige Häuser, die den Namen Mélérentzes führen. In der Umgegend dieses Ortes liegen auf mariner Molasse grosse Moränenhügel, Überreste des hier einst vorbeifliessenden Rhonegletschers. Das Erratikum dieser Moränen besteht aus den Geschieben des Rhonegletschers, wie roten und blauen Valorcinekonglameraten, daneben finden sich aber auch auffallend viel Molassegeschiebe, welche eine Grösse bis zu $^1/_2$ m im Durchmesser erhalten. Im Innern enthalten diese Molassegeschiebe eine grosse Anzahl Fossilien der marinen Molasse. So Exemplare von Pecten und Cardium von besonderer Grösse und Schönheit. Diese Molassepetrefakten können nur von der in südlicher Richtung liegenden Erhebung des Mont Combert herstammen. Denn südlich der Moränen von Mélérentzes ist der Mont Combert die einzige Erhebung der oberen marinen Molasse, die der Eisstrom des diluvialen Rhonegletschers passiert hat.

C. Gips und Nagelfluh.

Im Tertiärgebiet der Berrakette kommt Gips nur an einer Stelle vor: im Burgerwalde. Unterhalb des grossen Felssturzes bei Muscheneck (1274 m) habe ich am Kontakte zwischen Flysch und Molasse ein kleines Gipslager beobachtet. Wenn wir den schon öfter genannten Ruisseau des Pilons hinaufsteigen, den Sonnwilschwand nach links in die Höhe überqueren, erreichen wir einen kleinen Weg, der quer durch Wald in die Höhe führt. Schon hier bemerken wir, dass wir auf einem wandernden Terrain stehen. Die Tannen neigen sich nach links und rechts zu Boden und viele sind schon umgestürzt. Der ganze Erdboden ist im Rutschen begriffen. Einige Meter höher und wir erreichen ein verfallenes Steinhaus. Hier befand sich der alte Gipsbruch. Leider ist jetzt die von Muscheneck herabziehende Verschüttung schon so weit vorgeschritten, dass nur mehr einige Quadratmeter des Gipslagers zu sehen sind. Das noch vorgefundene Material besteht aus rotem Gips, weissem Gips mit grünen Mergeln, weissem Fasergips und gefaltetem grauem Fasergips.

Eine Beschreibung des Gipslagers aus den Jahren 1853 und 1868 wurde mir von Herrn Professor R. de Girard in liebenswürdiger Weise überlassen. Ich lasse sie folgen:

« Gyps en place en dessus de rochers de flysch, dans la région de flysch éboulé qui sépare le flysch en place de la molasse. Pas d'autres terrains visibles dans les environs. Gyps accompagné des marnes vert-bouteille et de grès rouges et verts, sans fossiles. Il appartient probablement à la base du Flysch. L'hypothèse de Studer, Charpentier et Gressly (Rapport d'expertise du 25 juillet 1853) que ce gyps appartiendrait à l'oxfordien et formerait le noyau d'un pli secondaire en G dans le flysch est impossible à vérifier à cause des éboulis.

Coupe visible en 1868: En bas, gyps en feuillets contournés; plongement d'ensemble S.-S.-E., 25 °, comme le flysch, environ 15 m. Puis marnes grenues, schisteuses, noir-verdâtres 1,50 m.

Enfin, grès rouge et vert 0,50 m, puis gyps 0,50 m. Gyps cocène assez semblable à celui du Trias. Il se mélange de même de substances étrangères. Feuillets de dolomie, intercalés fissurés ou brisés, de même. Peut-être plus de parties fibreuses, mi-transparentes.

Pierre à plâtre pour les usages agricoles et les constructions. L'exploitation de cette carrière remonte à 1405. La « roche à gyps » était attaquée sur plusieurs places. En 1836, il se produisit un éboulement qui fermât une partie des carrières. En 1843, nouvel éboulement; enfin, en 1848, le même péril engagea la commune de Fribourg, alors propriétaire, à interdire complètement l'exploitation, qui ne fut pas reprise depuis lors. »

Soweit die Angaben des Herrn Prof. R. de Girard. Heute also ist von diesem Gipsbruche nichts mehr zu sehen, als einige Gipsstöcke, die des Abbaues unwürdig sind.

Zunächst interessiert uns noch die Frage: was für ein Alter hat dieses Gipslager? Über diese Frage herrschen verschiedene Ansichten. Die vorher erwähnte Hypothese von Studer, Charpentier und Gressly, dass der Gips der Oxfordstufe zugehörig sei, hat sehr wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Denn wir sehen niemals an der Basis des Flysches, also am Kontakte zwischen der Molasse und dem Flysche, Jura- oder Kreidegesteine auftauchen. Wohl existieren im Flysche Zwischenlagerungen von Kreide und Juragesteinen, jedoch sind dieselben immer als sogenannte exotische Blöcke in der Höhe anzutreffen, so z. B. unterhalb des Grates vom Höhenzug « Les Allières ». Hier wäre die Existenz eines der Oxfordstufe zugehörigen Gipslagers möglich. Bei dem Gipslager am Burgerwalde jedoch, das den Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse vermittelt, habe ich nirgends anstehende Jura- oder Kreidegesteine finden können.

Eine zweite Theorie erklärt den unter dem Flysch liegenden Gips als der Trias zugehörig. Das Gipslager sollte bei der Alpenüberschiebung als Fetzen mit untendurch-

gerissen worden sein. Diese Anschauung hat die geringste Wahrscheinlichkeit für sich; denn einerseits ist die Entfernung vom ersten Auftreten des triasischen Gipses am Lac noir bis zum Gipsbruch bei Muscheneck eine sehr grosse, sodass das Gipslager, wenn es unter dem Drucke einer solch schweren Gebirgsmasse einen derartig weiten Weg hätte zurücklegen müssen, nicht mehr kompakt geblieben wäre, es wäre ausgewalzt und zerstückelt worden; anderseits aber ist ein Transport des Gipses unter den Flysch unmöglich. Am Lac noir fällt der Flysch nach Süden ein. Die Triasformation ist auf ihn aufgeschoben. Somit müsste also, wenn wirklich triasischer Gips noch weiter gewandert wäre, derselbe auf dem Flysch und nicht unter demselben liegen.

Die beste Erklärung für die Herkunft dieses Gipslagers wird die sein: Der Gips ist eocän. Es bietet sich uns gar kein Anhaltspunkt nach einer schwierigeren Lösung der Frage zu suchen, wohl aber ist die Wahrscheinlichkeit gegeben, dass sich der Gips wirklich an tieferen Stellen des Eocänmeeres abgelagert hat. Beweisen doch schon die vielen weissen Kalkspatadern, die wir im Flysche finden, dass jenes Eocänmeer einen starken Kalkgehalt gehabt haben musste.

Bevor wir diese Stelle verlassen, möchte ich noch von einem interessanten Phänomen aus dem Jahre 1840 berichten. Ein Gipsbrecher bohrte bei seiner Arbeit eine Ölgasquelle an und entzündete sie unvorsichtigerweise. Dieselbe brannte dann einige Wochen lang mit grosser weithinleuchtender Flamme. Durch das Vorwärtsschreiten des Bergsturzes wurde sie dann wieder verschüttet. Im übrigen kommt Erdöl und Ölgas häufiger im Flysch vor, so in Bayern, wo in St. Quirin am Tegernsee sich mehrere Petrolquellen befinden.

Die Molassenagelfluh.

An den nordwestlichen Abhängen des Berrazuges habe ich verschiedentlich Molassenagelfluh angetroffen und zwar

teils auf der unteren Süsswassermolasse, teils auf der marinen Molasse. Für erstere kommt der Ruisseau du Bey, für letztere Ruisseau de Meser, Ruisseau de Vibrenau, Ruisseau de Berri, Ruisseau des Pilons und insbesondere der zwischen Ruisseau de Berri und Ruisseau des Pilons gelegene Berri (1090 m) in Betracht.

Von Süden, dem Tal der Sarine her, habe ich die Molassenagelfluh zum erstenmal in der wilden Bergschlucht des Ruisseau du Bey gesehen, und zwar tritt sie dort in einer Höhe von etwa 930 m zutage.

Sie ist von gelber Farbe und bildet eine ca. $2^1/_2$ m hohe Wand. Die darin eingebackenen Kiesel erreichen einen Durchmesser von nur 3—4 cm; es sind ausnahmslos Kalkgesteine, wie ich überhaupt auf der unteren Süsswassermolasse nur Kalk-Molassenagelfluh gefunden habe. Die bunte Nagelfluh habe ich in diesem Gebiete nur auf mariner Molasse beobachtet.

Weiter gegen Osten hin habe ich die Kalknagelfluh wieder im Ruisseau de Vibreneau gesehen. Hier erreicht sie schon eine Mächtigkeit von 45 m. Auch die Kalkkiesel, die sie mit sehr feinem Zement zusammengebacken enthält, haben eine bedeutendere Grösse, bis zu 10 cm im Durchmesser.

Die Schichten sind sehr wenig geneigt und fallen nach Südosten ein. Ihr Neigungswinkel ist 15°. Die Schlucht teilt sich an dieser Stelle in zwei Äste. In der östlich gelegenen Schlucht tritt ebenfalls wieder Molassenagelfluh zutage. Hier jedoch und namentlich im benachbarten Ruisseau de Berri ändert sich der petrographische Charakter der Nagelfluh; die mit feinem Zement verbundenen Kiesel erreichen schon eine stattliche Grösse, oft mit einem Durchmesser von 20 cm und sind sehr unregelmässig verteilt. Besonders aber treten jetzt nicht nur kalkige Gerölle, sondern auch Gerölle von kristallinen Gesteinen auf. Wir sehen die bunte Nagelfluh vor uns, die jetzt rasch an Mächtigkeit gewinnt und im Osten die Erhebung des Berri bildet.

Besonders merkwürdig ist der Fund von zahlreichen Petrefakten, die in der Nagelfluh des Ruisseau de Vibreneau vorkommen. Die letzten Schichten der marinen Molasse zeigen sich hier wieder voll von Fossilien. Aber auch in der daraufliegenden Molassenagelfluh finden sich Petrefakten in grosser Zahl. Manchmal sind sie allerdings nicht gut erhalten und durch den Gebirgsdruck etwas deformiert.

Ich habe folgende Fossilien in der Molassenagelfluh bestimmen können:

Ostrea gingensis
Pecten latissimus
» palmatus
Cardium multicostatum
» burdigalinum
Venus Brocchii
» multilamella
Tapes vetula
Panopea Menardi
Gryphaea arcuata

Was nun die Entstehung der Nagelfluh anbelangt, so haben sich in letzter Zeit in der Schweiz namentlich die Geologen Früh[1] und Arn. Heim mit dieser Frage befasst. Beide kommen zu dem Schlusse, dass die Nagelfluh als Geröllanhäufungen ehemaliger grosser Ströme, die sich in Form eines Deltas ins Molassemeer ergossen, aufzufassen ist. Bei der Einmündung dieser Flüsse kamen nun auch die Gerölle ins Molassemeer und die Meeresmuscheln gelangten auf diese Weise in die Gerölle der heutigen Nagelfluh. Vielleicht auch sind sie teilweise in die Flussdeltas eingewandert. Als nächste Frage ergibt sich die Altersbestimmung der Molassenagelfluh. L. Rollier erklärt die gesamte Zone der subalpinen Nagelfluh für miocän. Ich möchte

[1]) J. Früh: Zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. Denkschr. d. schw. nat. Ges., Bd. 30, 1888.

die Entstehung der Molassenagelfluh noch genauer präzisieren, indem ich sie als gegen Ende des Miocän entstanden denke. In unserem Gebiete habe ich die Molassenagelfluh immer auf der Molasse aufliegend gefunden, sehr selten aber waren noch Einlagerungen von festem Molassesandstein in der Nagelfluh. Letztere mögen in Schwankungen des Meeresspiegels am Molassestrande ihre Ursache haben. Über der Molassenagelfluh konnte ich nirgends mehr Molasse beobachten. Sie vermittelt in unserem Gebiete den Kontakt zwischen Flysch und Molasse. Jedenfalls ist also die Molassenagelfluh gegen das Ende des Miocäns entstanden, da sie das letzte Glied in der Bildung der Molassen darstellt. Die Faltung des Nagelfluhgebirges ist dann noch später erfolgt und hat zwischen Ende-Miocän und Mittel-Pliocän stattgefunden.[1]) Erst dann im Mittel-Pliocän gelangte die Masse der brandenden Überfaltungsdecken an die Nagelfluh heran.

Die Molassenagelfluh ist daher als Mittelglied zwischen der wenig gefalteten Molasse und den komplizierten, gefalteten alpinen Überfaltungsdecken anzusehen.

D. Diluviale Ablagerungen.

Das Diluvium ist am Nordabhange der Freiburger Alpen wie überall an den Abhängen gletschertragender oder ehemals gletschertragender Gebirge sehr verbreitet. So ziehen auch im Gebiete der Berra mächtige Moränenzüge weit ins Flachland hinaus. Das Freiburger Molasseland war zur Eiszeit von mächtigen Eisströmen, wie Rhonegletscher, Sarinegletscher und anderen bedeckt, die ihre Moränen namentlich am Alpenrande in grosser Zahl abgelagert und ihre Findlinge bis zu den Ufern des Neuchâtelersees und zum Jura getragen haben. Diese Moränenlandschaft zu untersuchen,

[1]) Arn. Heim. Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge, S. 460.

war nicht im Interesse vorliegender Arbeit gelegen, nur möchte ich hier noch einige kurze Notizen über die dem Berrazuge nächstliegenden Moränenwälle mitteilen.

Besonderes Interesse erweckt vor allem der dem Burgerwalde parallel ziehende Moränenhügel von Montevraz. Er ist eine 982 m hohe Erhebung der Molasse und ist übersät von Erratikum. Meist besteht dasselbe aus blauer Valorcine und roten Dzemankonglomeraten. Auf dem gegenüberliegenden Abhange des Burgerwaldes kann man dann die Moräne des Rhonegletschers bis in eine Höhe von 1000 m beobachten. Hier setzt sie sich aus den mannigfaltigsten Gesteinen zusammen, besonders Glimmerschiefern, Gneissen und Kohlensandsteinen des Valorcinkonglomerates.

In nordöstlicher Richtung schliessen sich an die Moränen von Montevraz die Moränenzüge von Zenauvaz an. Der Rhonegletscher scheint hier in seinem Laufe, der im allgemeinen eine Richtung nach Nordosten verfolgt, eine Biegung nach Nordwesten gemacht zu haben; denn während die Moräne von Montevraz noch 2 km lang in nordöstlicher Richtung zieht, schlagen die Moränenhügel von Zenauvaz die Richtung von Südost nach Nordwest ein.

Ausserdem befinden sich auf dem Wege La Combert-Mouret zahlreiche fluvio-glaciale Ablagerungen, die hier nicht weiter besprochen werden sollen.

III. Tektonik.

A. Der Bau der Molasse und Flyschzone am Nordrande der Freiburger Alpen zwischen Planfayon und dem Tal der Sarine.

Der tektonische Aufbau des dem nördlichen Alpenrande vorgelagerten Molasselandes ist in unserem Gebiete ein sehr einfacher. Das Streichen der Molasse hat fast durchwegs eine Richtung von Südwest nach Nordost. Was die Einfallswinkel der Molasse anbetrifft, so konnte ich zwischen dem Austritt des Ägernbaches ins Flachland und dem Tal der Sarine mehrfache Messungen vornehmen. So namentlich im Burgerwald und am Berrastock selbst, wo die Molasse bis in eine Höhe von 1000 m sichtbar ist. Oestlich und südlich dieses Gebietes verschwindet die Molasse schon früh unter alluvialen und diluvialen Ablagerungen und reicht nicht bis an den Alpenrand heran.

In einer Entfernung von wenigen hundert Metern vor dem Hauptzuge der Berra zeigt die Molasse noch kleine Einfallswinkel von 10—20°. Die marine Molasse des Mont Combert, auch der unterste Sockel der Berrakette, welch letzterer teils aus mariner, teils aus der unteren Süsswassermolasse besteht, weist noch mässige Einfallswinkel von 15—20° auf. (Eingang ins Ruisseau des Roches, R. du Bey, R. de Stoutz, R. de Vibreneau, R. de Meser, Pont de Pilon.)

Je höher man jedoch steigt und je mehr man sich dem Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse nähert, desto steiler werden die Einfallswinkel der Molasse. Diese Beobachtung habe ich in allen Bergschluchten am Nordabhange

der Berra gemacht. In der Nähe des Kontaktes mit dem Flysch fällt sie durchschnittlich in Winkeln bis zu 70° ein, manchmal steht sie fast senkrecht.

Eine Ausnahme davon macht die Nagelfluh am Fusse des Consimbert und im Burgerwalde. Dort habe ich, soweit ich das Einfallen der Molassenagelfluh beobachten konnte, nirgends grössere Einfallswinkel als 25—30° gemessen.

In gleicher Weise wie die Molasse verhält sich der Flysch, der mit der Molassezone in Kontakt tritt. Wir haben vorher gesehen, wie die letzten Molassebänke, die wir an der Berra antreffen, in steilen Winkeln nach Süden einfallen. Ebenso der Flysch, der sich genau dem Einfallen der Molasse anpasst. Eine diskordante Lagerung konnte ich nirgends finden. Verwerfungen oder Brüche existieren überhaupt nicht. Dieser Gegensatz im Vergleich zu anderen Gebieten soll im folgenden einer näheren Untersuchung unterzogen werden:

Die grosse Antiklinale der Molasse streicht, 2—5 km vom Alpenrande entfernt, von Nordost nach Südwest.

Sie beginnt im Kanton Bern südlich der Ortschaft Riggisberg und bildet den Höhenzug Giebelegg. Nach der Kantonsgrenze zwischen Freiburg und Bern beginnt die Antiklinale wieder bei Menzisberg und verläuft über Bonnefontaine, La Combert nach dem Tal der Sarine, welches sie bei «Pont» erreicht. Dann setzt es sich nach Südwesten hin an den Südosthängen des Mont Gibloux nach dem Kanton Waadt fort.

Südlich dieser eben beschriebenen Linie konnte ich noch zwei Faltungen der Molasse beobachten, 1. im Ruisseau de Stoutz eine Faltung der unteren Süsswassermolasse, 2. eine Faltung der marinen Molasse östlich von Planfayon. Dann aber findet ein regelmässiges südliches Einfallen der Molasseschichten bis zum Flysche statt. Diese beiden letztgenannten Falten sind sekundäre Faltungen des Südschenkels der oben beschriebenen grossen Molasseantiklinale.

Dieser einfache Bau unserer subalpinen Molassezone

sowie der des Flysches steht in schroffem Widerspruche mit den Beobachtungen, die man in ausserschweizerischen Gebieten, so namentlich in Oberbayern gemacht hat. Die oberbayrische subalpine Molasse wurde in den Allgäuer Alpen von E. Gümbel und H. A. Rösch genau untersucht.

Rösch beobachtet mehrfach gewaltige Störungen im subalpinen Molassegebiet und spricht verschiedentlich von Verwerfungen und Querbrüchen. Auch beobachtet er vielfach ein Einfallen der Molasse nach Norden und Nordosten. Ebenso sagt Gümbel in der geognostischen Beschreibung des bayrischen Alpengebietes:

« Die Molasse nächst dem Alpenrande fällt steil nach Norden ein und es treten hier die tiefsten Schichten auf.»

Auch jüngere Arbeiten — Gümbels Beobachtungen datieren aus den sechziger Jahren — wie zum Beispiel die Arbeit Weithofers [1]) zeigen, dass die Molasse in Bayern am Alpenrande sehr selten nach Süden, meist nach *Norden* einfällt und somit den Südflügel einer Mulde bildet. Das an manchen Orten vorkommende südliche Einfallen der Molasse dürfte dann in diesem Gebiete auf die vorher erwähnten Dislokationen zurückzuführen sein.

Diese Beobachtungen stehen nun allerdings im Widerspruche mit den Verhältnissen, die wir westlich des Thunersees vorgefunden haben.

Arn. Heim sagt in seinen Studien über die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge [2]) folgendes:

« Es scheint, dass westlich des Thunersees eine gewaltige Schüssel oder talförmige Vertiefung in die Molasse ausgefressen ist. Dahinein konnte die Decke der Préalpes romandes mit Leichtigkeit vordringen, und so ist durch die

---

[1]) *Weithofer,* Einige Querprofile durch die Molassebildungen Oberbayerns. 1902.

[2]) *Arn. Heim,* Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge, pag. 455.

Annahme der präalpinen Molasseerosion mit einem Schlage das nördlich weite Vorspringen der Préalpes romandes und deren tiefe Lage und Erhaltung erklärt.»

Meine Studien am Nordrande der Préalpes romandes können diese Annahme Arn. Heims nur bestätigen. Man muss sich jene Molasseschüssel, von der A. Heim spricht, analog denken der Mulde Gümbels im bayrischen Hochland, nur dass durch die präalpine Molasseerosion, welche im Freiburger Alpengebiete stattgefunden hat, der Südflügel der Mulde zerstört und dadurch ein Vordringen der Masse der Préalpes romandes ermöglicht wurde, ein Vorgang, der in Bayern nicht stattfinden konnte. Dort brandete die Alpenmasse bereits am stehengebliebenen Südflügel der Mulde und rief dann an der Grenzzone die schon erwähnten Faltungen, Querbrüche und Verwerfungen hervor.

In unseren Freiburger Alpen also konnte nach Beseitigung des Südflügels der Mulde die Alpenmasse diese Mulde durchwandern, und der Flysch als jüngste Formation, die am Aufbau der Alpen teilgenommen hat, konnte sich leicht, ohne weitere Störungen zu erleiden oder zu verursachen, auf den Südschenkel unserer Molasseantiklinale hinaufschieben. Erst dann folgte die Überschiebung der gefalteten Jura- und Kreidegebirge.

Die Brandung der Alpenmasse sinkt daher in unserem Freiburger Alpengebiete zum sanften Wellenschlag am Molasseland herab, das Land selbst, die Molasse, wurde nicht weiter beunruhigt; in den Ostalpen dagegen war die Brandung eine richtige Brandung, eine zerstörende und dislozierende.

B. Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse.

Im östlichen Teile des Gebietes meiner Untersuchungen, also im Gebiete Plasselb-Planfayon-Schweinsberg, ist es mir nicht gelungen, irgend welche Kontaktstellen zwischen den beiden Formationen Flysch und Molasse aufzufinden. Auf dem Wege Freiburg-Plasselb-Planfayon sieht man bei der Ortschaft Plasselb die marine Molasse zum letzten Male. Zwischen Plasselb und dem ersten Auftreten des Flysches am Schweinsberg liegt eine Zone quartärer Depots, die jeden Ausblick auf anstehendes Molasse- oder Flyschgestein verhindert. Anders dagegen sind die Verhältnisse im Burgerwald und an der Berra selbst. Allerdings ist der Höhenzug Berra-Burgerwald in weitem Bogen ins Flachland vorgeschoben und er besteht daher im unteren Teile noch aus Molassegestein, das bis in eine Höhe von 1100 m beobachtet werden kann.

Wie ich schon auf Seite 10 kurz bemerkt habe, lässt sich der Nordabhang der Berrakette in vier Zonen einteilen:

I. Molassezone,
II. Zone der Schwande,
III. Zone des Flyschschuttes,
IV. Zone des Flysches.

Für das Studium des geologischen Aufbaues der Berrakette und speziell für die Untersuchung des Kontaktes zwischen Flysch und Molasse kommen nur zwei Zonen in Betracht: Zone I und IV.

In diesen beiden trifft man auf anstehendes Gestein; in Zone I findet man die Ausbisse in den tiefen Schluchten, in Zone IV den freianstehenden Flysch. Die Gebiete II und III

jedoch verweigern jeden Aufschluss. Die Bäche, die dieselben durchziehen, sind sehr seicht und mit Flyschtrümmern angefüllt. Dieser Umstand ist namentlich für das Studium des Kontaktes zwischen dem Flysch und der Molasse ein grosses Hindernis, denn dieser befindet sich am Nordabhange der Berra gerade in Zone III unter den Flyschtrümmern.

Von den vielen Schluchten der Berrakette konnten daher für das Studium des gesamten tektonischen Aufbaues nur zwei in Betracht kommen, der Ruisseau des Roches, welcher einen schönen Kontakt zwischen Flysch und Molasse sehen lässt, und der Ruisseau de Stoutz, von welchem später ausführlicher die Rede sein wird.

Der Ruisseau des Roches, die einzige Schlucht, in welcher ich den Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse sehen konnte, nimmt seinen Anfang bei Zible (Höhenpunkt 746 der Karte), kurz vor La Roche. Gilliéron nennt diese Schlucht irrtümlicherweise R. de Zibles.

Steigt man diese Schlucht empor, so passiert man zunächst Zone I. Wir beobachten den immer steiler werdenden Einfallswinkel der Molasse und erreichen im zweiten von rechts kommenden Seitenbache in der Nähe des Ortes Liennes-dessus die Höhenkurve 1200 (Karte 1 : 25,000).

Hier zweigen mehrere kleine Seitenbäche ab. Wir verfolgen den östlichsten und gelangen nahe einer Waldlichtung zu einer schönen Kontaktstelle zwischen Flysch und Molasse. Ca. 50 m westlich vom südlichsten Punkte dieser Lichtung stehen wir an einem Bache vor einer 10 m hohen Felswand. Der untere Teil besteht aus 3 Bänken von gelbem Molassesandstein. Das Gestein ist sehr weich und zeigt grosse rote Feldspatkörner und weisse Quarzkörner. Die Dicke der Bänke ist 10—15 cm. Darauf lagert harter Flyschsandstein von graublauer Farbe. Zwischen dem Flysch und der Molasse befindet sich eine 15 cm dicke Schicht von Mergeln eingelagert. Es ist nicht festzustellen, ob diese Mergel dem Flysch oder der Molasse zugehören.

Der Einfallswinkel sowohl des Flysches als auch der Molasse beträgt 65°. Leider ist es nicht möglich, den Kontakt nach Westen oder Osten weiter zu verfolgen, da Flyschtrümmer bewachsen mit wildem Tannengestrüpp, jeden weiteren Ausblick verwehren.

Sonst habe ich trotz eingehender Untersuchung aller Schluchten im ganzen Gebiete vom Schweinsberg bis zum Massiv des Mont Salvans nirgends Kontaktstellen zwischen den beiden Formationen auffinden können.

Gilliéron spricht in Band XVIII der « Matériaux pour la carte géologique de la Suisse » von einer mutmasslichen Kontaktstelle bei « Creux des pierres ». Ich zitiere ihn hier selbst:

«Les plus rapprochés sont au Creux au nord du Consimbert. La molasse y pénètre un peu dans le domaine du flysch et plonge plus fortement que ce dernier, dont une partie enlevée par l'érosion devait être autrefois refoulée par dessus; mais il est probable, que dans la profondeur il y a juxtaposition de deux terrains, suivant une ligne verticale ou oblique.»

Leider hat Gilliéron keine genauere Beschreibung dieser Oertlichkeit des angeblichen Kontaktes gegeben. Ich habe die Umgebung von Creux eingehend untersucht, aber nirgends irgendwelche Kontaktstellen zwischen Flysch und Molasse gefunden. Ueberhaupt habe ich im ganzen Berragebiete in solcher Höhe — Creux liegt 1397 m hoch — keine Molasse mehr angetroffen. Die Flyschzone liegt im Burgerwald bereits tiefer als an der Berra, etwa bei 1100 m. Auch im Gegensatz zur geologischen Karte, welche zwischen dem Berri und dem Ruisseau de Meser bis fast in die Höhe des ersten Auftretens des Flysches ein Gebiet der unteren Süsswassermolasse angibt, konnte ich dieselbe nirgends auffinden. Vielmehr sind in diesem Gebiete die Verhältnisse folgendermassen gelagert:

1. Im Ruisseau de Vibreneau trifft man bis in eine Höhe von 930 m marine Molasse mit mehreren Fossillagerstätten. Auf diese folgt nach Südosten einfallend die Molassenagelfluh mit ebenfalls marinen Petrefakten bis in eine Höhe von 980 m, worauf bis zum anstehenden Flysch bei Creux Flyschschutt das Gestein überlagert.

2. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse im Ruisseau de Berri. Hier wäre die Ostgrenze des Terrains der angeblichen unteren Süsswassermolasse, wie sie auf der geologischen Karte 1 : 100,000 angegeben ist. Statt dessen habe ich dort folgende Beobachtungen gemacht: Im unteren Teile der Schlucht ebenfalls wieder Molasse bis genau in eine Höhe von 930 m, und zwar ist dieselbe marin mit zahlreichen Fossileinschlüssen. Ueber 930 m tritt dann wieder die Molassenagelfluh zutage bis in eine Höhe von 980 m, worauf sie unter Flyschschutt für immer verschwindet. Auch hier ist also die untere Süsswassermolasse nirgends zu sehen, und daher ist das auf der geologischen Karte zwischen Berri und Ruisseau de Meser eingezeichnete Terrain der unteren Süsswassermolasse irrig angegeben. Damit dürfte auch die Existenz einer Kontaktstelle zwischen Molasse und Flysch bei Creux hinfällig geworden sein.

Im südlichen Teile des Berrazuges von La Roche bis zum Massiv des Mont Salvans können keine Untersuchungen über Kontaktstellen zwischen Flysch und Molasse gemacht werden. Das Terrain ist hier sehr ungünstig. Die Molasse verschwindet bereits an den Südufern des Sarineflusses unter quartären Ablagerungen. Eine Ausnahme davon macht nur ein kleines Auftauchen des Ralligsandsteines bei Impar. Jedoch auch hier reicht derselbe nicht in die Höhe.

C. Faltungen der Molasse.

Wie ich schon auf Seite 36 beschrieben habe, zieht eine grosse Molasseantiklinale vom Tal der Gürbe bis zum Genfersee. Soweit der Kanton Freiburg in Betracht kommt, entfernt sich der Verlauf dieser Antiklinale niemals mehr als 6 km vom Alpenrande. Die grösste Entfernung dürfte in der Ebene von Bulle zu suchen sein. Innerhalb dieser Zone (Antiklinale — Alpenrand) konnte ich fast immer ein südliches oder südöstliches Einfallen der Gesteinsbänke beobachten. Gegen den Kontakt mit dem Flysch hin waren wohl die Einfallswinkel der Molasse etwas steiler, sonst aber konnte ich keinerlei Dislozierungen, sei es durch Bruch oder Verwerfung, feststellen.

Dagegen hat mein Kollege Dr. F. Damm am Rande der Ebene von Bulle eine zweite Antiklinale der Molasse gefunden. Dieselbe liegt bei Marsens. Gegen Nordosten ist sie jedoch nicht mehr sichtbar bis zum Orte Planfayon, wo ich südlich der grossen Antiklinale eine zweite Antiklinale beobachten konnte. 100 m östlich von der Ortschaft Planfayon entfernt fliesst der Sensefluss in nördlicher Richtung ins Molasseland hinaus. An seinen ca. 50 m hohen Steilufern sieht man prachtvoll den ganzen Bogen der Molasseantiklinale.

Eine dritte Faltung der Molasse konnte ich in dem schon früher erwähnten Ruisseau de Stoutz entdecken (siehe Abbildung). Im Anfang dieser trümmererfüllten Schlucht sieht man noch die Molasse unter einem Winkel von 25° nach Südosten einfallen. An der Stelle nun, wo der an der östlich gelegenen Bergseite führende Talweg beginnt in die Höhe zu steigen, zeigt ein 30 m hoher Ausbiss die Molasse

in schönster Faltung. Das Gestein gehört der unteren Süsswassermolasse an. Es ist von gelblicher Färbung. Zwischen den ca. 50 cm dicken Gesteinsbänken der Molasse befinden sich die bekannten Mergelzwischenlagerungen von grünem und rotem Farbenwechsel. Die ganze Falte ist eine liegende und zeigt nordöstliche Richtung.

Beim Anblick dieser Faltung, die nur wenige hundert Meter vom Kontakte zwischen Molasse und Flysch entfernt liegt, muss sich uns die Frage aufdrängen: Sollte nicht diese Faltung der Molasse durch die Ueberschiebung der Alpen auf die Molasse hervorgerufen worden sein? Wir müssen diese Frage verneinen. Dr. Arn. Heim ist bei seinen Studien über Molasseland und Nagelfluhgebilde zu dem Ergebnis gelangt, dass die Brandung der alpinen Ueberfaltungsdecken erst nach vollendeter Molassefaltung stattgefunden hat und zwischen Obermiocän und Mittelpliocän fällt.[1]) Erst dann gelangten die Flyschgebilde auf die Molasse.

* * *

Meine Untersuchungen über den tektonischen Aufbau des Alpenrandes zwischen dem Tal der Sense und der Ebene von Bulle haben also folgendes ergeben:

1. Die Molasse, teilweise sichtbar bis in eine Höhe von 1000 Metern, fällt in der Kontaktzone zwischen Flysch und Molasse regelmässig nach Süden bezw. nach Südosten ein.

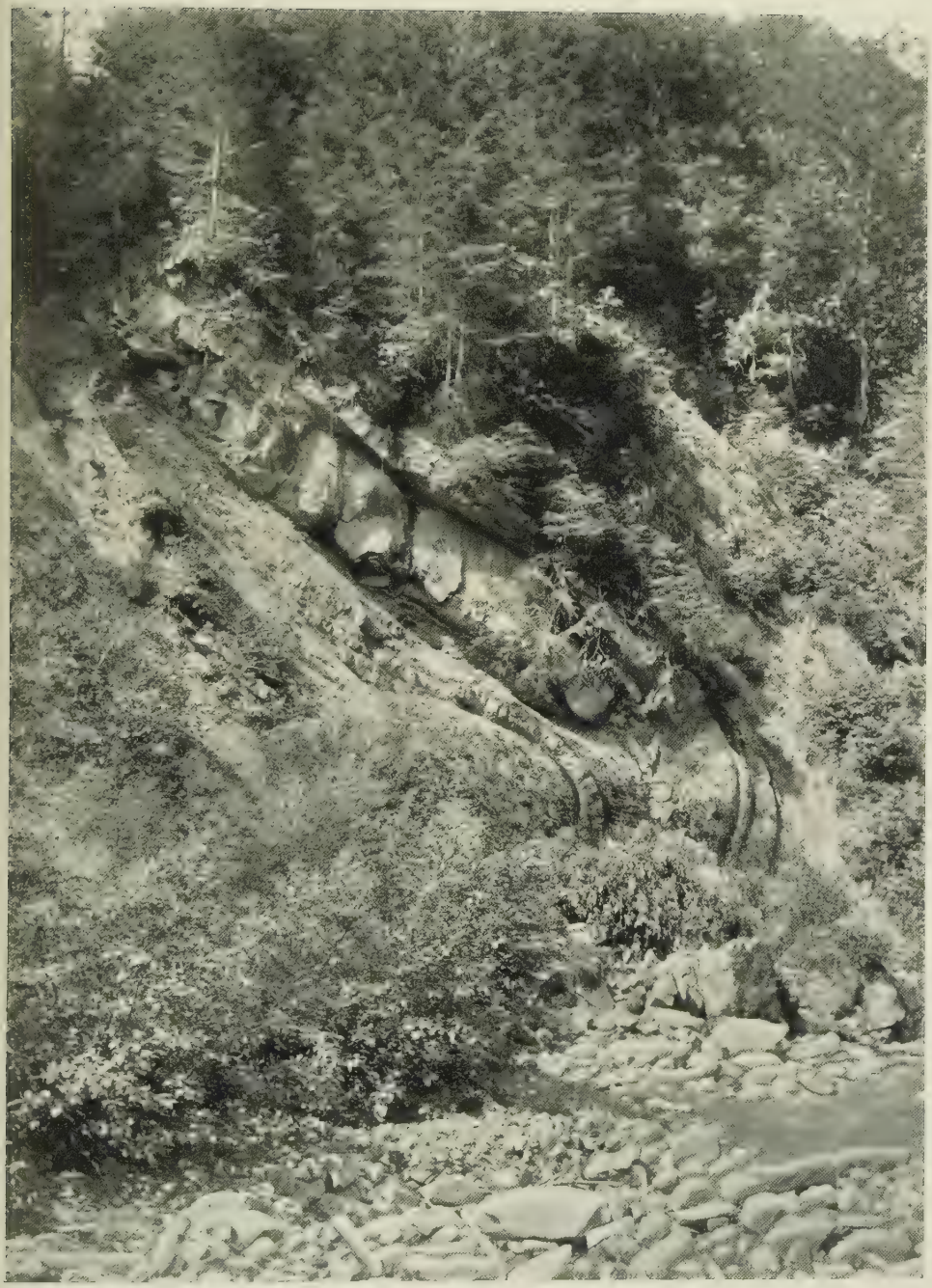
2. Dasselbe gilt auch für die Gesteinsbänke der Molassenagelfluh.

3. Die Einfallswinkel der Molasse werden gegen den Kontakt mit dem Flysch immer steiler.

4. Ausser der grossen bekannten Antiklinale der Molasse konnte ich eine zweite Antiklinalfaltung beim Orte Planfayon auffinden.

---

[1]) *Arn. Heim*, Die Brandung der Alpen im Nagelfluhgebirge.



5. Am Nordabhange des Berrazuges selbst wurde noch eine dritte Faltung nicht mehr als 100 m unterhalb des Kontaktes zwischen dem Flysch und der Molasse beobachtet.

6. Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse ist nur an einer Stelle zu sehen, sonst wird er von Flyschschutthalden überlagert.

7. Der Kontakt zwischen der unteren Süsswassermolasse und der marinen Molasse konnte nirgends beobachtet werden.

8. Der Flysch am Nordabhange des Berrazuges zeigt durchweg ein südliches Einfallen.

9. Auch die Schichten der am Berragipfel gefundenen Flyschbreccie weisen ein Einfallen nach Südosten auf.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung und Literaturnachweis 5

I. Orographie des untersuchten Gebietes . . . 7
A. Das Molassegebiet 7
B. Das Flyschgebiet 8

II. Stratigraphie 11
A. Der Flysch 11
B. Die Molasse 17
a) Die untere Süsswassermolasse 18
b) Die marine Molasse 23

C. Gips und Nagelfluh 27
D. Diluviale Ablagerungen 33

III. Tektonik 35
A. Der Bau der Molasse und Flyschzone am Nordrand der Freiburger Alpen zwischen Planfayon und dem Tal der Sarine 35
B. Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse . . 39
C. Faltungen der Molasse 43

Die vorliegende Arbeit wurde im Sommersemester 1908, Wintersemester 1908/09 und Sommersemester 1909 auf Anregung des Herrn Professor Dr. *R. de Girard* an der Universität Freiburg i. Uechtland ausgeführt.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet,

Herrn Prof. Dr. R. DE GIRARD

meinen herzlichsten Dank für die freundlichen Ratschläge, die er mir bei der Anfertigung dieser Arbeit erteilt hat, auszusprechen.

Lebenslauf.

Geboren bin ich am 5. Dezember 1881 zu München als Sohn des k. bayr. Oberregierungsrates H. Dillenius. Nach Besuch der Volksschule und des Gymnasiums meiner Vaterstadt begab ich mich im Jahre 1902 nach Heidelberg, um an der dortigen Universität Chemie zu studieren. Ich besuchte die Vorlesungen der Herren Prof. Curtius, Krafft, Quinke, Dittrich, Rosenbusch, Salomon, Wolff, v. Haller. Nach bestandenem chemischen Verbandsexamen ging ich im Jahre 1906 nach Zürich, um dort die Vorlesungen der Herren Prof. Alb. Heim, Werner und Kleiner zu hören. Im Jahre 1907 bezog ich die Universität Freiburg im Uechtland, woselbst ich mich hauptsächlich dem Studium der Geologie widmete und die Vorlesungen der Herren Prof. R. de Girard, Baumhauer und Glücksmann besuchte. Am 12. März 1910 beendigte ich an dieser Universität meine Studien mit Bestehung des Doktorexamens.